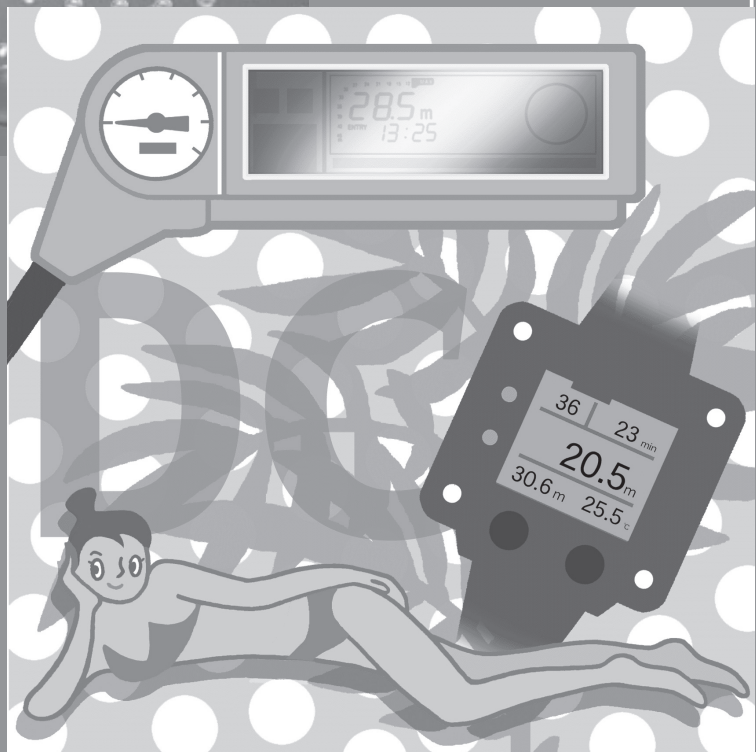
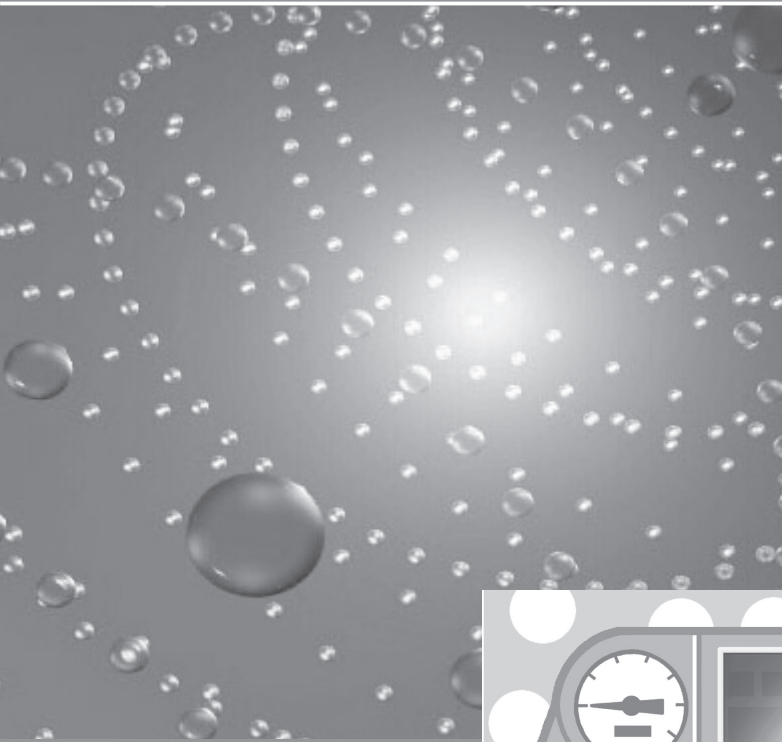
Multilevel Diving Speciality

街でもダイバーをアピールしよう！

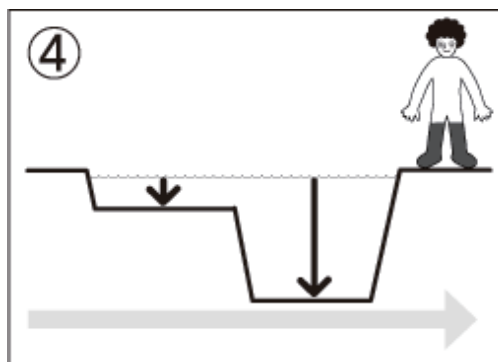
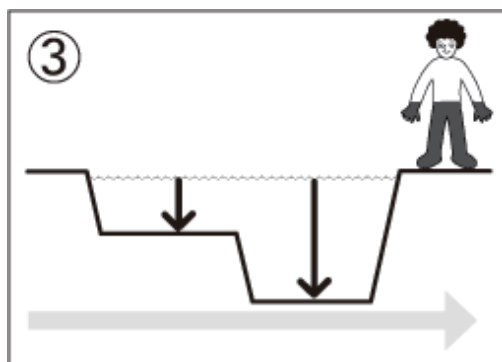
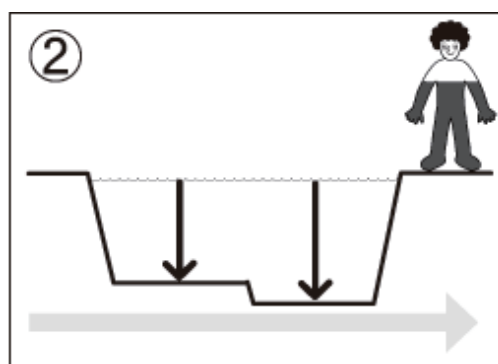
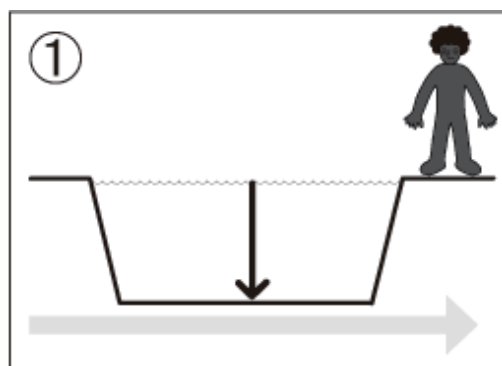
誰でもお金が貯まるのはうれしいことだけど、ダイビング中に体内へ貯まる窒素はダイバーにとって借金のようなものです。
なるべく窒素（借金）をためないようにダイビングを楽しむのが、かしこいダイバーの作法といえるでしょう。
このコースでは、ダイビングコンピューターを自在にあやつるために必要な窒素の吸収と排出に関するノウハウやダイビングコンピューターの使い方をマスターします。
実技では実際にダイビングコンピューターを使ってそのスゴさを実感しましょう。
日常生活でも時計として使えるダイビングコンピューターのもあるので、好みのデザインや機能のものを身につけて街中でもダイバーをアピールしちゃいましょう。
もし､ダイビングコンピューターに反応した友達がいたら､週末に海へ連れて行ってダイバーにしつつ、自分のダイビングコンピューターのスゴさを自慢しちゃいましょう。

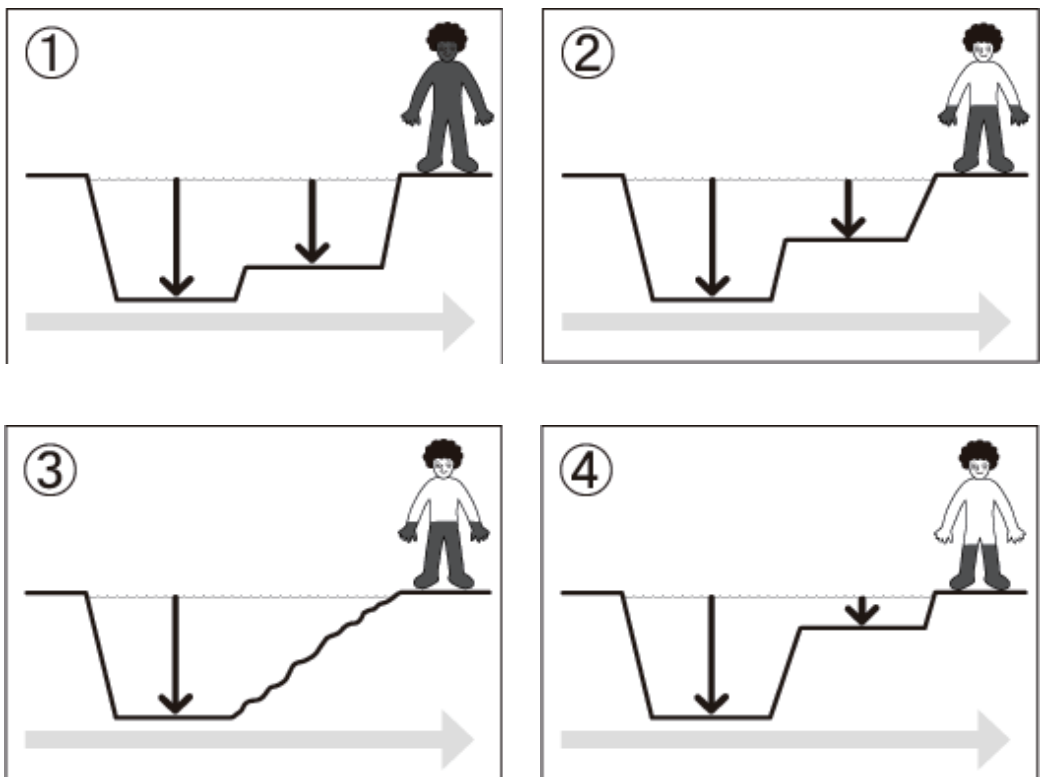
認定カード

この講習を修了すると、マルチレベルダイビングスペシャリティーカードを取得することができます。
この認定カードは、あなたがマルチレベルダイビングに関する十分な知識や技術を持つことを証明することができます。
ダイビングにでかけるときには忘れずに持っていきましょう。

マルチレベルダイビングスペシャリティー
認定カード

潜降時のダイブプロフィールと窒素の蓄積の関係

１回のダイビングでの深度変化を記録したものをダイブプロフィールといいます。
下の４つの図は、あるダイビングのダイブプロフィールと窒素の蓄積をあらわしたものです。
４つのダイビングにおける最大潜水深度と潜水時間は同じですから、この４つのダイブプロフィールは同一なものと考えて、普段私達はダイブテーブルをひいています。
しかし実際には、窒素の蓄積量はそれぞれのダイビングで異なります。

浮上時のダイブプロフィールと窒素の蓄積の関係

下の４つの図は、あるダイビングのダイブプロフィールと窒素の蓄積をあわらしたものです。
ダイブテーブルで定められている浮上速度は 1 分間に 10m ですので、浮上中に浅い深度に滞在して水中を楽しむような下記のプロフィールは、ダイブテーブルの作成において検討されていません。
しかし、それではダイビング後の体内の窒素量がわからないので、浮上中に浅い深度に滞在している時間も潜水時間に含めてダイブテーブルを引くことにより、最も安全性の高い反復記号を知ることができます。
もちろん、ダイブテーブル上では、下記のプロフィールは同じダイビングと見なされますが、実際の窒素の蓄積量はそれぞれのダイビングで異なります。

レジャーダイビングとダイブテーブル

STARS ダイブテーブルは浮上速度を毎分 10m にすることを前提として作成されています。このダイブテーブルを使用する時は、浮上速度をできるだけ毎分 10m の速度に近づけることが大切で、その速度よりも早すぎても遅すぎても体内に溶け込んだ窒素の排出のために適切とはいえません。

ところで、ほとんどのダイビングは水深の変化に富んだポイントで行われますので、水深の変化に従ってゆっくりと水中を楽しみながら浮上してくるというのが一般的です。そのようなポイントで、浮上速度を 10m にすることは現実的ではありません。

また、ダイブプロフィールの例でわかるように、全てのダイブテーブルは特定の水深でダイビングすることを前提に作られています。

したがって、レジャーダイビングのような一定の深度にとどまらないダイビングの場合は、実際の窒素の蓄積量とダイブテーブルの示す窒素の蓄積量との間には大きなズレがあります。さらに、反復潜水をする場合には、実際の蓄積量とダイブテーブルの蓄積量にはかなり大きなズレがでてきます。

前のページで例にあげた方法でダイブテーブルを利用すると、このズレはダイバーにとってかなり安全なものですが、場合によっては美しい海を前にしながら、反復潜水ができないことになってしまいます。

レジャーダイビングとダイブコンピューター

ダイブコンピューターは 1 秒毎に 1 回の水深をセンサーで感知し、すべてのダイブプロフィールに対応した窒素の蓄積量を計算してくれます。
計算結果は無減圧潜水可能時間としてモニター上に表示されます。

10m 以下の浮上速度にも対応していますので、浮上中に浅い深度に滞在して水中を楽しむようなレジャーダイビングでの浮上にもぴったりです。

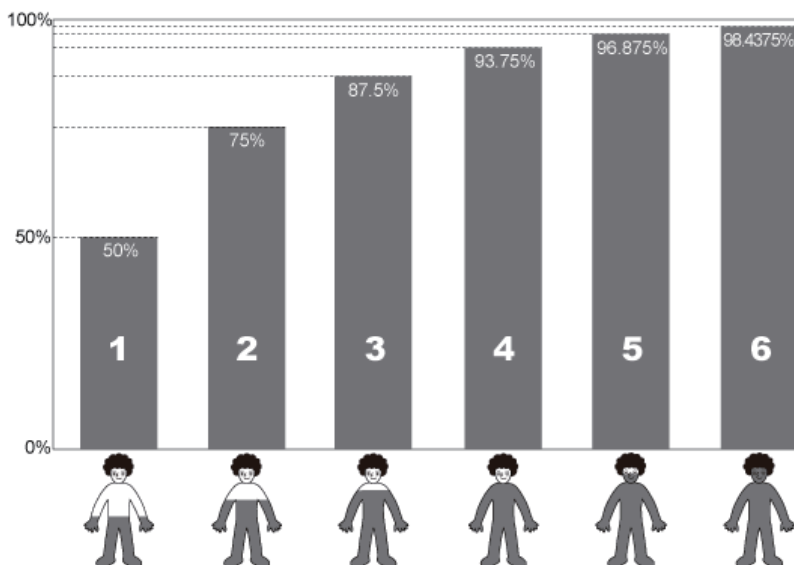
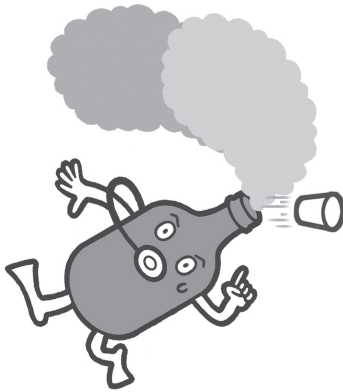
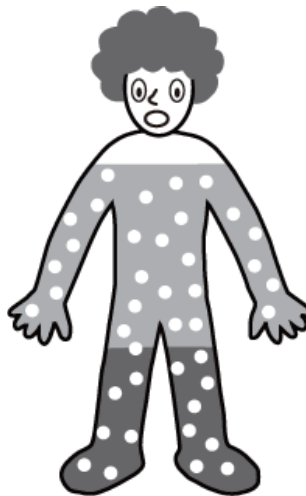
つまり、現実の浮上速度に応じた体内の窒素量やダイブプラン等の情報を提供してくれますので、とても頼りになる器材です。

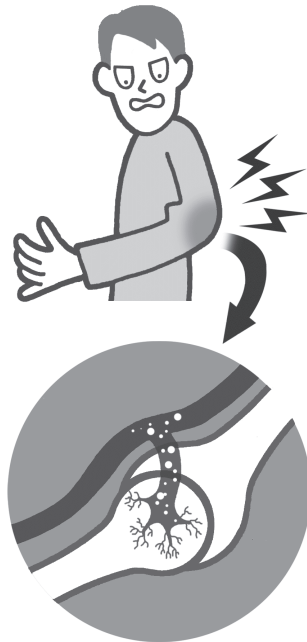
また、窒素量の計算にダイブテーブルのような大きなズレがないので、反復潜水をするような場合には最適です。

ダイブコンピューターのしくみ

【潜降と窒素の吸収】
潜降を開始すると窒素は急激な速度で体内に溶け込んできます。
その後、次第に窒素の溶け込み速度はゆるやかになり、一定時間を経過すると窒素はそれ以上溶け込まなくなります。

【浮上と窒素の排出】
浮上を開始すると窒素は急激な速度で体内から排出されていきます。
その後、次第に窒素の排出速度はゆるやかになり、一定時間を経過すると窒素はそれ以上排出されなくなります。

【窒素の飽和状態】
窒素が、吸収も排出もされなくなった状態のことを飽和状態といいます。
組織が飽和状態になる時間は、組織が飽和状態の半分の窒素となる時間（半飽和時間）を６倍して求めます。
飽和状態になる時間は組織により異なっていて、半飽和時間が５分の血液では0.5 時間、半飽和時間が 720 分の脂肪では 72 時間とされています。
人体には窒素の溶け込みが遅い組織と速い組織があり、飽和時間が 18 分から72 時間までの約８種類の組織があるとされています。

【浮上速度と減圧症】
炭酸飲料の炭酸ガスを速く抜くには、栓を開けて炭酸飲料を大気圧にさらします。
人体に溶け込んだ窒素を排出するのもこれと同じで、できるだけ速い浮上速度で水面に浮上して人体を大気圧にさらします。
ところで、炭酸飲料は炭酸ガスが気泡化しても問題ありませんが、人体で窒素が気泡化すると減圧症になってしまいます。
したがって、減圧症にならないような最大浮上速度で浮上するのが窒素の排出に効果的です。
現在、多くのダイブコンピューターやSTARSダイブテーブルでは最大浮上速度を10mとしています。

炭酸飲料は炭酸ガスが気泡化しても
問題ありませんが…

人体で窒素が気泡化すると
減圧症になってしまいます！

【減圧停止と減圧時間】
人体の組織には、窒素が気泡化しない限界量が決められています。
この限界量のことを組織最大不活性ガス圧力（M値）といい、深度ごとに決まっています。
浮上中に減圧停止が必要となるのは、窒素の蓄積量が減圧停止深度のM値をこえている場合です。減圧時間は窒素の蓄積量をM値以下にするために必要な時間です。
M値は組織ごとに異なっていて、特定の組織の窒素の蓄積量をM値以下にするために減圧停止を行います。
潜水時間が限られているレジャーダイビングでは、半飽和時間が80分程度までの組織（腎臓、胃、脳、中枢神経、皮膚、筋肉）で窒素が気泡化した減圧症がほとんどです。
レジャーでのダイビングでおこる減圧症の症状のうち、80%以上は関節（特に肩や肘、膝）や筋肉の刺すような痛みと手足の脱力感である理由はこのためです。

【ダイブコンピュータの計算式】
ダイブコンピューターは不活性ガス飽和曲線式という特別な計算式を用いて窒素の吸収と排出を毎秒計算し、色々な情報をモニター上に表示しています。
この計算式はアメリカ海軍潜水医学実験部隊のワークマン博士により開発され、世界中の潜水医学者達により現在も利用されています。

ダイブプランをたてる

ダイブコンピューターは、各深度での無減圧潜水可能時間が表示されます。
しかし、それは体内の正確な窒素量を前提につくられるので、安全上の余裕が少ないプランといえます。
安全のためには、ダイブテーブルを利用してダイブプランをたてましょう。

水面休息時間表(H: min)

							"A"	✈
B ►						0:30	1:30	6:00
C ►					0:15	0:45	2:00	12:00
D ►				0:15	0:30	1:00	2:00	18:00
E ►			0:15	0:30	1:00	2:00	3:00	24:00
F ►		0:15	0:30	1:30	2:15	3:00	4:00	30:00
G ►	0:15	0:30	1:00	2:00	3:00	4:00	6:00	36:00

D (m)	AT (min'sec")	B	C	D	E	F	G
9	1'00"	25	→	50	75	100	—
12	1'10"	18	→	36	54	72	90
15	1'30"	→	16	→	32	64	80 / 3
18	1'50"	10	→	20	30	40	50 / 2
21	2'10"	6	12	18	30	36 / 3	
24	2'30"	5	10	15	20	25 / 1	
27	2'40"	5	10	15	20 / 1		
30	3'00"	6	→	14	18 / 2		
33	3'20"	→	6	10	14 / 1		
36	3'40"	→	6	10	14 / 3		
39	3'50"	→	6	10 / 1			

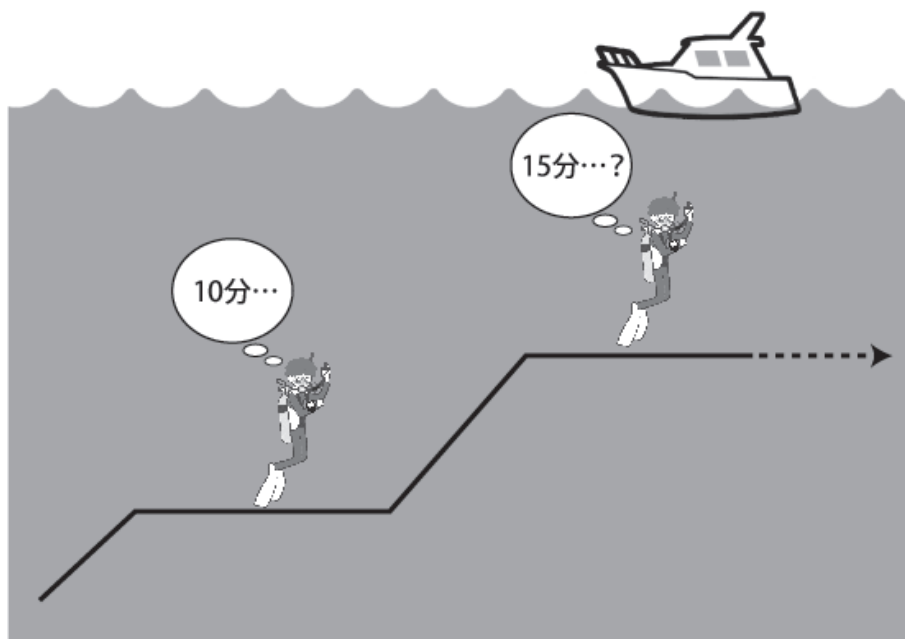
滞底時間(min)ー反復記号表

							NDL (min)	D (m)
	163 / 252	158 / 257	149 / 266	134 / 281	103 / 312	70 / 345	415	9
	90 / 62	79 / 63	75 / 67	56 / 86	28 / 114	19 / 123	142	12
	61 / 3	50 / 14	47 / 17	32 / 32	13 / 51	10 / 54	64	15
	39 / 1	37 / 3	34 / 6	22 / 18	11 / 29	8 / 32	40	18
		29 / 1	27 / 3	17 / 13	9 / 21	7 / 23	30	21
				14 / 6	8 / 12	6 / 14	20	24
				12 / 3	8 / 7	5 / 10	15	27
				10 / 4	7 / 7	5 / 9	14	30
				9 / 1	6 / 4	4 / 6	10	33
				7 / 3	5 / 5	4 / 6	10	36
					6 / 0	3 / 3	6	39

無減圧潜水可能時間(min)ー残留窒素時間表(min)

ダイブコンピューターの表示

実際のダイビングで、ダイブコンピューターの表示を確認してみましょう。
ダイブテーブルにはない特別な表示があります。

【無減圧潜水可能時間】
常に無減圧潜水可能時間が表示されます。
浮上中に浅い深度に滞在している時に、その深度での無減圧潜水可能時間が表示されます。
水深 20m で無減圧潜水可能時間が 10 分と表示されていても、浮上中に水深が浅くなるにつれて無減圧潜水可能時間が 10 分より長く表示されていきます。

【シーリング深度】

万一、減圧停止が必要となった場合に、最も減圧時間を短くできる深度がシーリング深度です。

窒素は水深が浅くなるほど体内から排出しやすいのですが、シーリング深度より浅い水深では窒素が気泡化して減圧症となります。

天候により水面付近が荒れている場合など、シーリング深度の3mでは体が安定せず減圧停止ができなくても、シーリング深度より深い水深の5mでの減圧時間を表示してくれます。

【フロアー深度】

万一、減圧停止が必要となった場合に、それ以上深く潜らなければ減圧停止時間が長くならない深度がフロアー深度です。

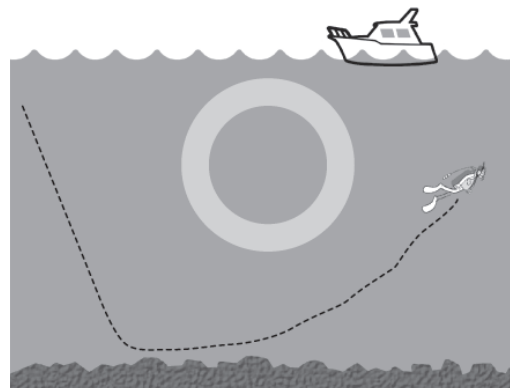
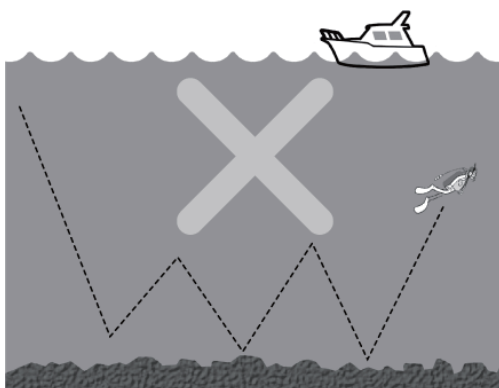
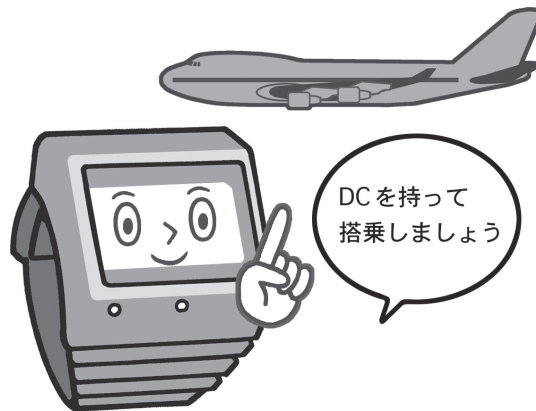
この深度は、体内から窒素を排出するために必要な限界の深度です。

この深度より深い深度に行ってしまうと、ますます減圧時間が長くなります。

減圧停止はシーリング深度とフロアー深度の間で行えますが、減圧時間短縮のため、できるだけシーリング深度に近い水深で行うようにします。

使用上の注意

＊ 他の人のダイブコンピューターを使ってはいけません。前回のダイブプロフィールの残留窒素が記録されています。他の人のダイブコンピューターを使用すると個人データの管理ができなくなりますので、レンタル用に安全が管理された物以外は他の人のものを使用してはいけません。

＊ 最大深度には最初に到達し、徐々に水深を浅くしましょう。最大浮上速度で浮上しなくても、徐々に水深を浅くすることにより窒素は排出されています。深度を徐々に深くすると窒素は吸収されてしまいます。

＊　飛行機に乗るときは機内にダイブコンピューターを持っていきましょう。機内の気圧変化にもダイビングコンピュータは反応しますので、作動する状態にしておきます。飛行機搭乗後にダイビングを行う場合、またダイビング終了後に飛行機に搭乗する場合も、必ず携帯しましょう。

緊急時の対応

ダイブコンピューターが水中で突然故障したり、バッテリーが切れて使用できなくなった場合には、すぐにダイビングを中止してダイブコンピューターに規定されている最大浮上速度で浮上を開始しましょう。
一般的なダイビングコンピューターの最大浮上速度は 1 分間に 10m です。

浮上後は、完全に窒素が体内から抜けきるまでは、ダイビングや飛行機への搭乗は控えましょう。
ダイビングコンピューターの取扱説明書に記載されている最長の組織半飽和時間を 6 倍した時間が、完全に窒素が体内から抜けきるために必要な時間です。
一般的なダイビングコンピューターで使用されている最長の組織半飽和時間は 360 分（6時間）か 720 分（12 時間）ですから、36 時間または 72 時間は注意が必要です。